Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Centre et de l'Arctique | Avis scientifique 2015/046

ESTIMATIONS DE L'ABONDANCE DES STOCKS DE NARVALS DANS L'EXTRÊME-ARCTIQUE CANADIEN EN 2013

*Narval (*Monodon monoceros*) par R. Phillips.*

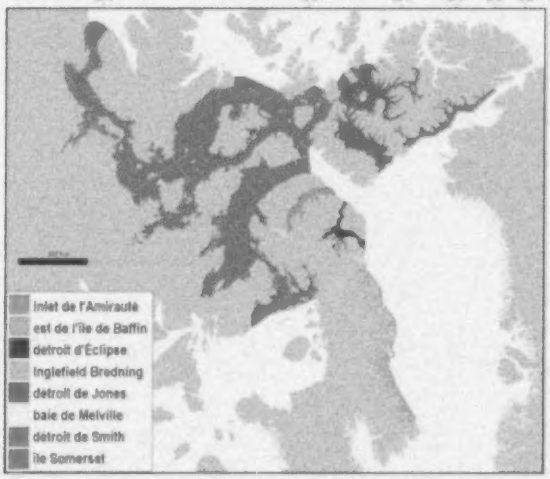

Figure 1. Carte des six regroupements estivaux canadiens de narvals ainsi que de deux regroupements au Groenland considérés comme faisant partie de la population de la baie de Baffin par la Commission mixte Canada-Groenland sur la conservation et la gestion du narval et du béluga (source : NAMMCO/SC/21-JCNB/SWG/14-05).

Contexte :

En août 2013, une série de relevés aériens ont été effectués pour les quatre stocks canadiens de narvals de la baie de Baffin, ainsi que les stocks présumés du détroit de Jones et du détroit de Smith. Pour la première fois, les estimations de l'abondance pour l'ensemble de ces stocks ont été réalisées au cours de la même année.

Le Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut (CGRFN) établit les niveaux totaux autorisés de prises pour le narval dans la région du Nunavut. Pêches et Océans Canada (MPO), en étroite collaboration avec les partenaires de cogestion, a mis en œuvre un plan de gestion intégrée des pêches pour le narval. Le Secteur de la gestion des écosystèmes et des pêches du MPO a demandé à obtenir des conseils sur la pêche durable fondés sur les relevés de 2013 pour les stocks estivaux de narvals au Nunavut. Le présent avis scientifique fournit donc des renseignements sur les récentes estimations de l'abondance et des conseils sur la pêche durable au narval en fonction de la méthode du retrait biologique potentiel.

Le présent avis scientifique découle de la réunion annuelle du Comité national d'examen par les pairs sur les mammifères marins (CNEPMM) tenue du 20 au 24 octobre 2014. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de MPO.

Canada

SOMMAIRE

- Un relevé aérien a été effectué pour les six regroupements estivaux de narvals (ci-après appelés les stocks) dans l'Extrême-Arctique canadien en août 2013. C'est la première fois qu'un relevé comptabilise tous les stocks de narvals dans l'Extrême-Arctique au cours d'un été, et la première fois pour les stocks de narvals du détroit de Jones et du détroit de Smith. L'estimation totale pour l'Extrême-Arctique canadien était de 141 909 spécimens (le coefficient de variation [CV] par stock variait de 20 à 65 %).
- Ce relevé combinait deux méthodes d'estimation de l'abondance, dont les résultats ont été additionnés pour générer une estimation de l'abondance totale :
    1) la modélisation spatiale a été utilisée pour estimer les densités dans les fjords étroits;
    2) l'échantillonnage en ligne avec mesure des distance et marquage-recapture a été utilisé pour estimer la densité des narvals partout ailleurs.
- Les estimations de l'abondance totale comprennent une correction pour les biais relatifs à la perception (causés par les observateurs qui ne repèrent pas les narvals présents à la surface). Ces biais sont estimés à partir des observations faites en double par les observateurs primaires (à l'avant) et secondaires (à l'arrière).
- Les estimations de l'abondance ont également été corrigées en fonction du biais de disponibilité (pour prendre en considération la fraction de temps durant laquelle les narvals en plongée sont visibles près de la surface), calculé à partir du pourcentage de temps passé par les narvals munis d'un émetteur satellite à 2 mètres de la surface (ou à 1 mètre dans les fjords à eaux troubles). Le facteur de correction du biais de disponibilité était de 2,94 (et 4,53 dans les fjords de l'est de l'île de Baffin).
- Les abondances propres aux stocks (arrondies aux 500 près) étaient de 12 500 pour le détroit de Jones, de 16 000 pour le détroit de Smith, de 50 000 pour l'île Somerset, de 35 000 pour l'inlet de l'Amirauté, de 10 500 pour le détroit d'Éclipse et de 17 500 pour l'est de l'île de Baffin, pour un total de 142 000 narvals dans l'Extrême-Arctique canadien.
- En supposant que les narvals sont fidèles à six stocks estivaux distincts et d'après les abondances estimées en 2013, les totaux autorisés de captures débarquées (TACD) recommandés pour ces stocks estivaux sont de 76 pour le détroit de Jones, de 77 pour le détroit de Smith, de 658 pour l'île Somerset, de 389 pour l'inlet de l'Amirauté, de 134 pour le détroit d'Éclipse et de 206 pour l'est de l'île de Baffin, pour un total de 1 540 narvals par année. Si les narvals du détroit d'Éclipse et de l'inlet de l'Amirauté sont considérés comme appartenant à une seule unité, les TACD ne peuvent pas être additionnés directement. Le TACD recommandé pour une unité combinée serait de 542 narvals.
- L'allocation des prises pour chaque communauté doit être établie d'une façon qui tient compte du mélange des stocks dans les pêches de chaque saison.

INTRODUCTION

Au Canada, la population de narvals de la baie de Baffin est actuellement gérée en fonction de quatre stocks estivaux, chacun étant représenté par un regroupement géographique distinct : île Somerset (IS), inlet de l'Amirauté (IA), détroit d'Éclipse (DE) et est de l'île de Baffin (EB). Un certain nombre de relevés aériens des narvals ont été effectués par le MPO dans l'est de l'Arctique canadien de 1975 à 2011 afin d'estimer l'abondance de différents stocks au sein de la population de la baie de Baffin (MPO 2012; Doniol-Valcroze et al. 2015a). La plupart des estimations d'abondance précédentes étaient incomplètes. On sait aussi que les narvals se

rencontrent ailleurs dans l'Extrême-Arctique canadien pendant l'été (p. ex., îles Parry, Cambridge Bay), mais aucun relevé des narvals n'a été effectué dans ces zones. En 2013, deux regroupements de narvals, provisoirement identifiés comme étant ceux du détroit de Jones et du détroit de Smith, ont fait l'objet d'un relevé. Aucun relevé précédent n'avait comptabilisé tous les stocks connus de narvals dans l'Extrême-Arctique au cours d'un même été.

Les narvals estivant dans l'est de l'Arctique canadien sont désignés comme une espèce préoccupante par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) et une pêche prioritaire pour le MPO. Le narval est inscrit à l'annexe II de la Convention sur le commerce international des espèces en voie de disparition (CITES); par conséquent, une décision relative à un avis de commerce non préjudiciable (ACNP) de l'autorité scientifique du MPO est requise pour obtenir un permis d'exportation et de réexportation au titre de la CITES pour des produits du narval à l'échelle internationale. Les narvals pêchés dans les unités de gestion sont jugés inadmissibles au commerce international si le seuil recommandé en matière de total autorisé des captures débarquées (TACD) est dépassé pour une population. En vertu des exigences de la CITES, des données scientifiques à jour et une approche de gestion documentée sont nécessaires pour confirmer une gestion durable du narval et ainsi en permettre le commerce international.

Le présent avis scientifique du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) fournit des conseils scientifiques concernant le TACD mis à jour pour chacun des stocks de narvals de la baie de Baffin, et pour les narvals dans le détroit de Smith et le détroit de Jones.

ANALYSE

Méthodes de relevé

Le relevé a été conçu de sorte à couvrir simultanément (Doniol-Valcroze et al. 2015b) les six stocks estivaux connus de narvals dans l'Extrême-Arctique canadien (figure 1). Les narvals semblent démontrer un niveau de fidélité élevé à leurs aires d'estivage. Par contre, selon des données recueillies récemment, il pourrait se produire un certain mélange des stocks dans les zones d'estivage (Dietz et al. 2001; Heide-Jørgensen et al. 2002; Watt et al. 2012). Par conséquent, le relevé a couvert les six zones dans un délai d'un mois, à l'aide de trois aéronefs pour éviter de compter les mêmes spécimens à deux reprises. La priorité a été accordée au détroit de Jones, au détroit de Smith et aux zones de l'île Somerset, car aucun relevé n'a été effectué dans les détroits de Jones et de Smith au mois d'août, et l'estimation de l'abondance à l'île Somerset datait de 17 ans.

Chaque aire de répartition des stocks a été divisée en plusieurs strates (figure 2), en se fondant sur les limites géographiques et les densités de narvals déduites à partir des relevés précédents. Lorsque ces données n'étaient pas disponibles, les connaissances traditionnelles des Inuits ou les observations découlant d'un relevé de reconnaissance effectué en 2012 ont été utilisées pour déterminer les strates de relevé. Les transects du relevé étaient régulièrement espacés et orientés perpendiculairement à l'axe le plus long de la strate (figure 2). Une combinaison de transects parallèles et de transects en zigzag a été utilisée pour effectuer les relevés des petites zones où on s'attendait à ce que les densités de narvals soient élevées (lignes parallèles) et des grandes zones où les densités prévues étaient faibles (zigzag). On a tenté d'effectuer le relevé de chaque strate en un ou deux jours.

Les narvals ont tendance à se regrouper dans les fjords profonds lorsque la glace fond en été (Dietz et al. 2001). Comme la plupart des fjords sont étroits, qu'ils ont une forme complexe et qu'ils peuvent avoir des parois abruptes, ils ne peuvent pas faire l'objet d'un relevé par les méthodes reposant sur des transects et, par conséquent, les méthodes d'échantillonnage standard selon la distance ne peuvent pas être appliquées. Ainsi, des méthodes d'analyse et de

relevé distinctes ont été élaborées pour les strates de fjords (Doniol-Valcroze et al. 2015a) : chaque fjord a été considéré comme étant une unité d'échantillonnage primaire et l'abondance y a été estimée séparément.

Le relevé a été conçu comme une expérience à deux plateformes d'observation indépendantes : une à l'avant (principale) et une à l'arrière (secondaire) de l'aéronef. Chacun des trois aéronefs de relevé comprenait une équipe de quatre observateurs; chaque observateur était assis à une coupole d'observation pendant toute la durée du relevé. Les deux observateurs placés du même côté de l'aéronef étaient visuellement et acoustiquement isolés afin d'assurer l'indépendance des détections. Chacune des trois équipes de relevé comprenait un observateur inuit spécialement formé, et lorsque les relevés étaient effectués près d'une communauté, la participation d'un chasseur local était recommandée. Dans l'ensemble, les groupes inuits ont étroitement collaboré à la planification et la conception du relevé.

Figure 2. a.) Carte des strates de relevé prévues (polygones bleus), des transects (lignes rouges) et des strates de fjords (zones en rouge). IA : inlet de l'Amirauté. FB : fjord Baumann. DB : détroit de Barrows. BC : baie Cumberland. EB : est de l'île de Baffin. DE : détroit d'Éclipse. NBF : nord du bassin Foxe. SBF : sud du bassin Foxe. GB : golfe de Boothia. DJ : détroit de Jones. DL : détroit de Lancaster. BN : baie Norwegian. IPR : inlet Prince-Régent. DP : détroit de Peel. DS : détroit de Smith. Communautés (points noirs) : 1. Gjoa Haven; 2.Taloyoak; 3. Kugaaruk; 4. Repulse Bay; 5. Hall Beach; 6. Igloolik; 7. Iqaluit; 8. Pangnirtung; 9. Qikiqtarjuaq; 10. Clyde River; 11. Pond Inlet; 12. Arctic Bay; 13. Resolute; 14. Grise Fiord; 15. Qaanaaq (Groenland). b.) En médaillon : agrandissement de la strate du détroit d'Éclipse (zone encadrée).

Les observateurs consignaient les observations sur un enregistreur portatif en indiquant l'heure à laquelle un groupe de narvals était vu pour la première fois et l'heure à laquelle le groupe se trouvait par le travers de l'aéronef. D'autres renseignements ont été consignés, selon l'ordre de priorité suivant :

1) nombre de narvals au sein du groupe (défini comme étant deux ou plusieurs narvals dans un rayon d'une ou de quelques longueurs de corps l'un de l'autre et se dirigeant dans la même direction);
2) distance perpendiculaire de l'observation;
3) autres variables (direction du déplacement, présence de jeunes, nombre de défenses).

La position et l'altitude de l'aéronef étaient enregistrées toutes les deux secondes.

Analyse statistique

Des méthodes d'échantillonnage avec mesure des distances ont été utilisées pour estimer la densité des narvals dans la zone du relevé. Ces méthodes reposent sur l'hypothèse que la probabilité d'observer un narval dépend de la distance entre le transect et le point d'observation. Toutefois, les observateurs peuvent rater des narvals présents à la surface. Par conséquent, un biais relatif à la perception doit être estimé (Marsh et Sinclair 1989). Une technique de marquage-recapture a été appliquée aux observations réalisées par deux observateurs du même côté d'un aéronef pour estimer les biais relatifs à la perception (Laake et Borchers 2004). L'identification des observations en double n'est pas évidente, et une nouvelle approche axée sur les données a été établie pour trier les observations simples et en double effectuées au cours du relevé de 2013 (Pike et Doniol-Valcroze 2015). Bien que la plupart des relevés précédents utilisaient des méthodes spéciales et des seuils arbitraires pour ce faire, la méthode utilisée dans le cadre du présent relevé était fondée sur quatre covariables pondérées.

Une fonction de détection a été calculée avec la distance perpendiculaire de toutes les observations (les doublons ont été supprimés) dans toutes les strates. Le critère d'information d'Akaike a été utilisé pour sélectionner la fonction de détection la plus appropriée (Buckland et al. 2001) et les covariables environnementales afférentes (Marques et al. 2007), y compris la couverture de glace, la couverture nuageuse, l'état de la mer et le reflet.

Pour les strates de fjords, la densité et l'abondance ont été estimées à l'aide de la modélisation spatiale (Doniol-Valcroze et al. 2015a) Le nombre de narvals observés dans les segments de relevé de chaque fjord a été modélisé à l'aide de modèles additifs généralisés. Les variables incluses dans les modèles étaient la distance de la côte et la distance à partir de l'embouchure du fjord. Le meilleur modèle pour chaque fjord a été choisi en fonction du maximum de vraisemblance et utilisé pour prévoir l'abondance de narvals dans l'ensemble du fjord. Les estimations de densité ont été calculées en divisant l'abondance prévue par la superficie totale du fjord. L'abondance totale pour chaque strate de fjords a été calculée en faisant la moyenne de toutes les densités de tous les fjords pondérés en fonction de leur superficie, puis en multipliant le résultat par la superficie totale de l'ensemble des fjords dans une strate.

Les narvals qui n'étaient pas à la surface de l'eau au moment du relevé n'ont pas pu être observés par les observateurs, ce qui cause un biais de disponibilité (Marsh et Sinclair 1989). Par conséquent, le nombre de narvals recensés au cours du relevé doit être corrigé pour tenir compte de leur disponibilité. Les expériences réalisées avec des maquettes de narvals ont démontré qu'ils pouvaient être observés par avion lorsqu'ils étaient à 2 mètres sous la surface (Richard et al. 1994). Toutefois, dans certains fjords où l'eau est trouble, nous avons supposé que les narvals ne pouvaient être observés que jusqu'à 1 mètre de la surface. En fonction des données recueillies auprès de 24 narvals équipés d'émetteurs satellites près des communautés d'Arctic Bay et de Pond Inlet, tous les mois d'août de 2009 à 2013, les narvals passent

31,4 ± 1,1 % de leur temps à plus de 2 mètres de la surface, et 20,4 ± 0,8 % à moins de 1 mètre (Watt et al. 2015).

La méthode de retrait biologique potentiel (RBP, Wade 1998), qui a été modifiée pour inclure les pertes liées à la chasse (p. ex., animaux abattus et perdus), a été utilisée pour calculer le TACD :

$$TACD = \frac{RBP}{CTP}$$

où

$$RBP = 0{,}5 \times R_{max} \times N_{min} \times F_r$$

La correction due aux taux de pertes durant la chasse (CTP) était de 1,28 (écart-type de 0,15; Richard 2008). R_{max} , le taux d'accroissement maximum du stock, a été fixé à 0,04 (valeur par défaut pour les cétacés lorsqu'elle est inconnue; Wade 1998). N_{min} est le 20^e percentile de la répartition log-normale de N. Le facteur de rétablissement de la population (F_r) a été établi à 0,5 pour les stocks du détroit de Jones et du détroit de Smith (afin de tenir compte de l'incertitude dans la structure du stock et les déplacements des narvals), et à 1,0 pour les autres stocks (valeur proposée pour les populations importantes).

Résultats

Le moment de la débâcle dans la partie nord de la zone de relevé au cours de l'été 2013 a eu une incidence sur le moment et le taux de couverture de certaines zones. Néanmoins, tous les stocks ont fait l'objet d'un relevé complet, à l'exception de celui du détroit de Smith. La taille moyenne générale des groupes était de 2,76 (CV de 3,8 %) et la taille moyenne par strate variait de 1 à 3,08. La figure 3 montre l'emplacement des observations de groupes de narvals. Les estimations de l'abondance de chaque stock sont présentées dans le tableau 1. L'estimation totale corrigée pour la population de narvals de l'Extrême-Arctique canadien était de 141 909 spécimens (y compris un nombre estimé de 7 038 narvals dans les fjords). Le facteur de correction pondéré utilisé était de 2,94 (CV de 3,4 %). Cette valeur, axée sur le facteur de correction instantanée recommandé de 3,18, a été appliquée aux strates de relevé où l'eau était claire (Watt et al. 2015) et a été pondérée en fonction d'une durée de recherche moyenne par les observateurs de 4,3 secondes. À partir de ces estimations de l'abondance, le TACD pour la population de la baie de Baffin a été calculé à 1 540 narvals. Le TACD pour chaque stock estival est fourni dans le tableau 2.

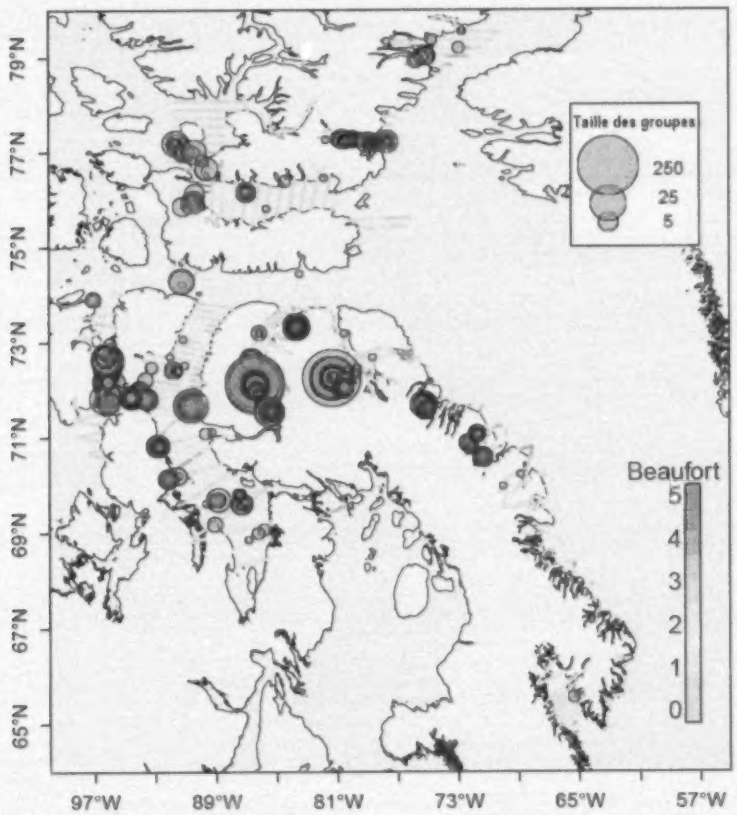

Figure 3. Observations de groupes de narvals faites pendant le relevé des cétacés dans l'Extrême-Arctique de 2013 (cercles rouges). Les lignes représentent les transects de vol avec échelle de couleurs correspondant aux conditions selon l'échelle anémométrique internationale Beaufort.

Tableau 1. Zone de relevé, couverture du relevé, observations de narvals (abondance à la surface) et estimations de l'abondance des stocks estivaux. Le facteur de correction pondéré utilisé était de 2,94 (CV de 3,4 %), sauf dans les fjords de l'est de l'île de Baffin, où il était de 4,53 (CV de 3,8 %).

Stock / strate	Superficie (km^2)	Proportion couverte	Abondance à la surface	Abondance (corrigée)	CV
Détroit de Jones	35 357	13 %	4 316	12 694	0,33
Détroit de Smith	40 669	4 %	5 563	16 360	0,65
Île Somerset	115 309	9 %	16 921	49 768	0,20
Inlet de l'Amirauté	9 419	26 %	11 915	35 043	0,42
Détroit d'Éclipse	8 459	26 %	3 566	10 489	0,24
Est de l'île de Baffin	53 510	8 %	3 799	17 555	0,35
IA+DE combinés	17 878	26 %	15 481	45 532	0,33

Tableau 2. Total autorisé des captures débarquées (TACD) pour les six stocks estivaux canadiens de narvals dans l'Extrême-Arctique canadien. Le facteur de rétablissement (F_r) a été fixé à 0,5 pour les stocks du détroit de Jones et du détroit de Smith afin de tenir compte de l'incertitude dans la structure du stock et les déplacements des narvals. Un F_r de 1,0 a été utilisé pour les autres stocks, conformément à ce qui est recommandé dans le cas des populations de grande taille pour lesquelles il existe d'autres renseignements servant à l'évaluation des stocks.

Stock estival	N_{Min}	TACD
Détroit de Jones (F_r = 0,5)	9 714	76
Détroit de Smith (F_r = 0,5)	9 897	77
Île Somerset	42 081	658
Inlet de l'Amirauté	24 895	389
Détroit d'Éclipse	8 564	134
Est de l'île de Baffin	13 214	206
TOTAL	108 365	1 540
IA+DE combinés	34 716	542

Sources d'incertitude

- L'estimation précise de l'abondance d'une population exige que la totalité de l'aire de répartition fasse l'objet d'un relevé (Buckland et al. 2001). Les données sur les stocks estivaux de narvals dans le détroit de Smith et le détroit de Jones ne sont pas suffisantes à l'heure actuelle. Pour le stock de l'île Somerset, nous avons décidé de ne pas faire de relevé dans les parties à l'extrême ouest et au sud de son aire de répartition. Nous avons supposé que ces zones sont fréquentées après la fonte des glaces dans les principaux secteurs du détroit de Peel et de l'inlet Prince-Régent. Les narvals occupent également des zones où ils ne sont pas chassés et à l'extérieur de la zone de relevé (p. ex., région du chenal Parry). Toutefois, nous supposons que leur densité y est faible et qu'elle n'aurait pas d'incidence sur le TACD de la communauté.

- Les observations de narvals étaient extrêmement concentrées à quelques endroits dans le détroit d'Éclipse et l'inlet de l'Amirauté, ce qui fait augmenter l'incertitude concernant l'estimation (les CV) et pourrait introduire un biais.
- Même si un TACD combiné est fourni pour l'inlet de l'Amirauté et le détroit d'Éclipse, la connectivité entre ces stocks demeure une source d'incertitude. Aucune nouvelle analyse n'a été réalisée pour confirmer une nouvelle structure des stocks. D'autres recherches sont nécessaires pour évaluer la connectivité entre les deux stocks, et elles sont particulièrement pertinentes en raison de l'activité industrielle et l'augmentation du transport maritime dans la région.
- Pour le détroit de Jones, un nombre relativement élevé de narvals ont été observés dans la baie Norwegian. Seulement un petit nombre de narvals ont été aperçus dans la strate du détroit de Jones, où la plus grande partie de la chasse se déroule en raison de la proximité de la communauté de Grise Fiord.
- Le relevé dans le détroit de Smith n'a pas pu être complété en entier en raison des conditions météorologiques défavorables. L'estimation de la densité est fondée sur un nombre relativement restreint de lignes dans la partie nord de la strate et, par conséquent, elle ne peut pas être extrapolée à l'ensemble de la strate. L'estimation de la densité a donc été extrapolée à la zone de relevé seulement. Le résultat est plus précis, mais il doit être considéré comme étant une estimation minimale de l'abondance des narvals dans le détroit de Smith. Nous prévoyons que ce stock sera sous-divisé lorsque d'autres données sur les déplacements seront disponibles. La relation entre les narvals du détroit de Smith, les quatre stocks connus de la baie de Baffin et le stock d'Inglefield Bredning au Groenland n'est pas claire.
- La proportion des observations faites à la fois par les observateurs à l'avant et à l'arrière était relativement faible au cours du présent relevé, ce qui a généré une faible probabilité de détection et une correction importante du biais de précision. Les relevés où la probabilité de détection est faible tendent à générer des estimations de l'abondance plus élevées que les relevés où la probabilité de détection est élevée. Étant donné que le nombre d'observations en double entre les observateurs était relativement faible, les estimations découlant du présent relevé pourraient avoir été surévaluées.

CONCLUSIONS

Le présent relevé fournit des estimations à jour et plus précises de l'abondance pour quatre stocks de narvals de la baie de Baffin dans les eaux canadiennes, ce qui a permis de générer de nouvelles estimations du retrait biologique potentiel pour chaque stock. De plus, des estimations de l'abondance estivale ont été calculées pour la première fois pour les narvals dans le détroit de Smith et le détroit de Jones. Des études de télémesure de longue durée du comportement de plongée, menées en parallèle au relevé, ont été essentielles pour obtenir des estimations du biais de disponibilité. Les estimations de l'abondance ont également été améliorées grâce à la mise en œuvre de nouvelles techniques d'analyse pour surmonter les difficultés dans le cas des fjords que les narvals fréquentent.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion annuelle du Comité national d'examen par les pairs sur les mammifères marins s'étant déroulée du 20 au 24 octobre 2014. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., and Thomas, L. 2001. Introduction to Distance Sampling. Oxford : Oxford University Press.

Dietz, R., Richard, P.R., and Acquarone, M. 2001. Summer and Fall Movements of Narwhals *(Monodon monoceros)* from Northeastern Baffin Island towards Northern Davis Strait. Arctic, 54(3): 244-261.

Doniol-Valcroze,T., Gosselin, J.-F., Pike, D., and Lawson, J. 2015a. Spatial modelling of narwhal density in fiords during the 2013 High Arctic Cetacean Survey (HACS). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/059.

Doniol-Valcroze, T., Gosselin, J.-F., Pike, D., Lawson, J., Asselin, N., Hedges, K., and Ferguson, S. 2015b. Abundance estimates of narwhal stocks in the Canadian High Arctic in 2013. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/060.

Heide-Jørgensen, M., Dietz, R., Laidre, K., and Richard, P. 2002. Autumn movements, home ranges, and winter density of narwhals *(Monodon monoceros)* tagged in Tremblay Sound, Baffin Island. Polar Biol. 25: 331-341.

Laake, J.L., and Borchers, D.L. 2004. Methods for incomplete detection at distance zero. *In* Advanced Distance Sampling. Edited by S. T. Buckland, D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers and L. Thomas. Oxford University Press, Oxford. p. 108-189.

Marques, T., Thomas, L., Fancy, S.G., Buckland, S.T., and Handel, C.M. 2007. Improving estimates of bird density using multiple-covariate distance sampling. The Auk. 124: 1229-1243.

Marsh, H., and Sinclair, D. 1989. Correcting for visibility bias in strip transect aerial surveys of aquatic fauna. J. Wildl. Manage. 53(4): 1017-1024.

MPO. 2012. Avis sur le total autorisé des prises débarquées pour la population de narvals de la baie de baffin. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/021.

Pike, D., Doniol-Valcroze, T. 2015. Identification of duplicate sightings from the 2013 double-platform High Arctic Cetacean Survey. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/034. v + 22 p.

Richard, P.R. 2008. On determining the Total Allowable Catch for Nunavut odontocete stocks. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/022. iv + 12 p.

Richard, P.R. 2010. Stock definition of belugas and narwhals in Nunavut. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/022. iv + 14 p.

Richard, P.R., Weaver, P.A., Dueck, L.P., and Barber, D.G. 1994. Distribution and numbers of Canadian High Arctic narwhals (*Monodon monoceros*) in August 1984. Meddelelser om Grønland - Bioscience. 39: 41-50.

Wade, P. R. 1998. Calculating limits to the allowable human caused mortality of cetaceans and pinnipeds. Marine Mammal Science. 14: 1-37.

Watt, C.A., Orr, J., LeBlanc, B., Richard, P., and Ferguson, S.H. 2012. Satellite tracking of narwhals (*Monodon monoceros*) from Admiralty Inlet (2009) and Eclipse Sound (2010-2011). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/046. iii + 17 p.

Watt, C.A., Marcoux, M., Asselin, N.C., Orr, J.R., and Ferguson, S.H. 2015. Instantaneous availability bias correction for calculating aerial survey abundance estimates for narwhal (*Monodon monoceros*) in the Canadian High Arctic. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/044. v + 13 p.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Centre et de l'Arctique
Pêches et Océans Canada
501, University Crescent
Winnipeg (Manitoba)
R3T 2N6

Téléphone : 204-983-5131
Courriel : xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015

La présente publication doit être citée comme suit :

DFO. 2015. Estimations de l'abondance des stocks de narvals dans l'Extrême-Arctique canadien en 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/046.

Also available in English:

MPO. 2015. Abundance estimates of narwhal stocks in the Canadian High Arctic in 2013. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2015/046.

Inuktitut Atuinnaummijuq:

ᐃᖃᓗᓕᕆᔨᖏᑦᑐᖅ 2015. ᐊᒥᓱᓕᕆᓂᖅ ᓇᓗᐊᖅᑕᕐᒪᑦ ᑐᑭᓯᓂᖅ ᑭᓚᓕᔪᓂᖅ ᖃᓄᐃᓕᖅᑐᑦ ᐅᑭᐅᖅᑕᖅᑐᑦ 2013-ᒥ. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2015/046.